PART3 気柱の共鳴 1

目標 閉管について，固有振動数の式などを学びましょう。

Chapter1 気柱の共鳴1

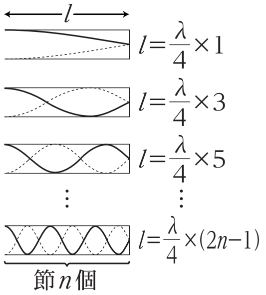
1 気柱の共鳴

送り込んだ波に対し，管の中の気体が振動して共鳴する。

共鳴時には，管の**口を腹**，**底を節**とする定常波が生じている。管の長さを l として，閉管について，固有振動数を考えてみよう。

・閉管

生じる定常波の様子は下の図の様になる。



閉管の長さを l として，腹が n 個の場合，生じた定常波の波長 λ は

音波の速さを v として，振動数は

となる。（これを閉管の**固有振動数**という。）

なお，$n=1$ の場合を**基本振動**といい，その時の振動数を**基本振動数**という。一般に閉管の固有振動数は，その基本振動数の**奇数倍**のものに限られる。

講師からのMessage

筒などに息を吹き込むと音が鳴ることがあります。その時には何が起こっているのか，理解しましょう。PART3 は閉管についてです。

重要

固有振動数の式

$$f=\frac{v}{4l}\cdot(2n-1)$$

知っておこう

開口端補正：
厳密には，腹は管の口よりもやや外側にある。この，ずれの長さを開口端補正という。

覚えておこう

密度の変化が激しいのは，**節**の位置！

まとめ

閉管の固有振動数は，その基本振動数の奇数倍のものに限られる。

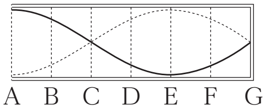
Chapter2　演習問題

音波を長さ 51cm の閉管に共鳴させると，図のように 3 倍振動の定常波が生じた。音速を 340m/s，開口端補正は無視する。

問 1　生じた定常波の波長を求めよ。

問 2　音波の振動数を求めよ。

問 3　疎密の変化が最大の点を図中の記号で答えよ。



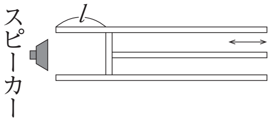
ここがPOINT

まずは定常波の図をよく見て，その図から判断して解き進めましょう。

< Note >

第 6 講　PART3　確認問題

問1　図のような閉管がある。スピーカーから一定の振動数の音波を出しながら，閉管の長さ l を 0m から徐々に長くしていったところ，$l = 0.17$m のところで初めて共鳴した。音速を 340m/s，開口端補正は無視できるものとする。



(1)　初めて共鳴したときに閉管内にできている定常波の振動として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　基本振動　　②　2 倍振動　　③　3 倍振動　　④　5 倍振動

(2)　スピーカーの出す音波の振動数はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　250Hz　　②　500Hz　　③　1000Hz　　④　2000Hz

(3)　長さ l をさらに長くしていくと，次に共鳴するときの l はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　0.26m　　②　0.34m　　③　0.51m　　④　0.68m

(4)　長さ l を 0.17m に戻し，初めに共鳴していた振動数から徐々に振動数を大きくしていったところ，ある振動数で再び共鳴した。このときのスピーカーの出す音波の振動数はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　750Hz　　②　1000Hz　　③　1500Hz　　④　3000Hz

(5)　(3) の状態のとき，疎密の変化が最大となるのは，閉管の閉じた端のほかにどの位置となるか。管の入り口からの距離として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　0.056m　　②　0.17m　　③　0.34m　　④　0.42m

< Note >

第 6 講　音

PART1　音波

問 1　340 m/s

問 2　2 回 /s

PART2　弦の振動

問 1　60 cm

問 2　240 m/s

PART3　気柱の共鳴1

問 1　68 cm

問 2　500 Hz

問 3　C と G

PART4　気柱の共鳴2

問 1　34 cm

問 2　1000 Hz

第 6 講　PART3　確認問題　解答

問 1

（1）①

解説：
閉管の長さを長くしていったとき，初めて共鳴するときにできるのは基本振動の定常波である。

（2）②

解説：
$l = 0.17\text{m}$ で閉管の基本振動となる定常波の波長は，$\lambda = 4l$ より，$\lambda = 4 \times 0.17 = 0.68\text{m}$　また，$v = f\lambda$ より，$340 = f \times 0.68$　よって，$f = 500\text{Hz}$

（3）③

解説：
基本振動の次に共鳴するのは，3 倍振動の定常波ができたときであるから，そのときの閉管の長さは $l = \dfrac{\lambda}{4} \times 3$ より，
$l = \dfrac{0.68}{4} \times 3 = 0.51\text{m}$（(1)の 3 倍。）

（4）③

解説：
同じ閉管の長さで基本振動の次に共鳴するのは，3 倍振動の定常波ができたときであるから，共鳴するときの振動数も 3 倍となる。よって，$500\text{Hz} \times 3 = 1500\text{Hz}$

（5）②

解説：
疎密の変化が最大となるのは，できた定常波の節の位置である。3 倍振動の節の位置は，閉管の閉じた端と管口から管の長さの 3 分の 1 の距離の位置となる。
よって，$0.51 \times \dfrac{1}{3} = 0.17\text{m}$